

## **Nacimiento de una masa mixta: regeneración del pino salgareño tras aplicar resalveos de distinto peso en tallares envejecidos de encina en el centro peninsular**

Bravo-Fernández, A.<sup>1\*</sup>, Mutke, S.<sup>2</sup>, Barrero, D.<sup>1</sup>, Martínez, G.<sup>1</sup>, Serrada, R.<sup>3</sup> y Roig, S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ECOGESFOR. Ecología y Gestión Forestal Sostenible.

Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, s/n 28040 Madrid.

<sup>2</sup>Centro de Investigación Forestal-INIA. Ctra La Coruña km 7,5. 28040 Madrid.

e-mail: \*alfredo.bravo@upm.es

---

### **Resumen**

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos tras ejecutar resalveos de conversión de diferente peso en un taller envejecido de encina (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) situado en Guadalajara. El dispositivo experimental se instaló e inventarió en 1994. En 1995 se aplicaron resalveos de pesos variables entre 0 % (control) y 100 % de área basimétrica extraída. En 2010 se han realizado nuevos inventarios, encontrando una abundante regeneración de *Pinus nigra* a partir de pinos adultos dispersos en la zona de estudio. Dicha regeneración está significativamente relacionada con los pesos de clara aplicados y con la proximidad de pinos adultos de grandes diámetros.

**Palabras clave:** gestión forestal, dinámica forestal, tratamientos selvícolas, biodiversidad, estabilidad, *Quercus ilex*, *Pinus nigra*.

---

### **1. Introducción**

Las masas mixtas presentan algunas ventajas sobre las puras: son más resistentes frente a daños bióticos y abióticos; cuentan con más alternativas de regeneración natural tras perturbaciones tales como incendios; ofrecen una mayor variedad potencial de recursos; son más complejas y diversas específica y funcionalmente; y presen-

tan una mayor capacidad de adecuación a situaciones de cambio (Reque, 2008; Serrada, 2011). En definitiva, se trata de sistemas más estables y resilientes, lo que les hace especialmente interesantes en un contexto de cambio global. Entre sus inconvenientes se encuentran la mayor complejidad de su gestión y el hecho de que se pierda producción si una de las especies proporciona productos directos de elevado valor. Los tallares envejecidos de quercíneas mediterráneas, que ocupan en España una elevada superficie y que suelen aparecer en calidades de estación medias o bajas, son el resultado de una gestión muy intensa, consistente en la aplicación de cortas de matorrasa con turnos reducidos durante largos periodos de tiempo. La pérdida de valor de leña y carbón vegetal provocó, a partir de los años sesenta y setenta, el abandono de dicha gestión. La ausencia de tratamientos de regeneración hace que muchas de estas masas presenten graves problemas selvícolas y ecológicos, tales como elevadas densidades con bajos diámetros medios y áreas basimétricas también reducidas, crecimientos ralentizados o detenidos, escasa producción de bellota y muy escasa o ausente regeneración sexual, elevado riesgo de incendio... (Bravo Fernández *et al.*, 2008). Por tanto, podría ser muy interesante la transformación de muchos de estos tallares envejecidos de quercíneas mediterráneas en masas mixtas. Sin embargo, como es obvio, la aparición de estas masas mixtas no es inmediata, y carecemos de datos experimentales que nos guíen en este sentido. Así, mientras que existen cada vez más textos en relación con la tipificación y competencia establecida en masas mixtas ya instaladas y otros aspectos relacionados con las mismas, incluso en medio mediterráneo y con las mismas especies o muy cercanas a las tratadas en este trabajo (por ejemplo, González Molina, 1996), o que realizan propuestas de gestión para llegar a masas mixtas, generalmente a partir de pinares ya instalados (por ejemplo, Solís, 2003), no conocemos referencias que cuantifiquen las primeras fases de dichas masas mixtas, especialmente si es el pino el que aparece bajo la masa de *Quercus*, ni tampoco parece frecuente poder relacionarlo con tratamientos selvícolas previamente realizados controlando sus efectos a medio plazo.

El objetivo de este trabajo es analizar la aparición de regeneración de pino salgareño en un taller envejecido de encina y relacionarlo con los resalvos de distinto peso aplicados 15 años atrás.

## 2. Material y métodos

**Sitio de estudio** (más detalles en Serrada *et al.*, 1996 y Bravo Fernández, 2003).

Término municipal: “El Recuenco” (Guadalajara). Taller envejecido de encina con resalvos; densidad media ( $dn \geq 0$ ): 6.470 pies/ha; edad de parte aérea en el momento de realizar el resalveo (1995): 30 años; con pies dispersos de *Pinus nigra*. Cota: 1.240 m; pendiente media: 0-3%; orientación: S-SE; sustrato calizo; clima nemoromediterráneo genuino VI(IV)2 (Allué Andrade, 1990). Precipitación media anual: 918,3 mm. Temperatura media anual: 9,4°C. Temperatura media de las máximas: 14,9°C. Temperatura media de las mínimas: 3,8°C.

Coordenadas UTM 30T 556134 4500560 (datum WGS84).

**Ensayos realizados** (todos los detalles en Bravo Fernández, 2003) y toma de datos

En 1994 se instaló un dispositivo de 60 parcelas de 10 x 10 m, repartidas sistemáticamente a distancias de 10 m entre ellas y situadas de forma que se localizaran en una zona de calidad de estación y masa lo más uniformes posible (superficie ocupada, teniendo en cuenta el espacio entre parcelas y una banda de 10 m de anchura en borde exterior: 2,4 ha). En estas parcelas se realizó un inventario diamétrico de todas las encinas con altura normal superior a 1,3 m (ancho de clase de 2 cm); y se recogió información de árboles muestra, rebrote de encina y vegetación acompañante. A cada parcela se le asignó por sorteo un peso de clara variable entre 0 y 100% del área basimétrica extraída. En febrero-marzo de 1995 se ejecutaron los resalveos, con posterior inventario diamétrico para controlar el peso de los mismos. Se reflejó la presencia de pies adultos dispersos de pino salgareño, sin medir nada sobre ellos.

En marzo de 2010 se realizó un nuevo inventario de características similares para analizar la evolución de la masa en los 15 años transcurridos, lo que no se trata en este trabajo. Además, se observó la presencia de abundantes corros de regeneración de pino (*P. nigra*), regeneración ausente en el inventario de 1994. Con objeto de cuantificarla, se replanteó en cada parcela una subparcela cuyo eje central era una de las diagonales (la misma en todas las parcelas), y de 1 m de ancho (0,5 m a cada lado de la diagonal); a su vez, dicha subparcela se dividió longitudinalmente en cuatro partes de la misma superficie; en cada una de dichas partes se contaron todos los brinzales presentes, distinguiendo las siguientes categorías: altura < 0,3 m; 0,3 m < altura < 1,3 m; altura > 1,3 m y diámetro normal ( $d$ ) < 5 cm; altura > 1,3 m y 5 cm <  $d$  < 10 cm. Además, se anotó el diámetro y posición de todos los pinos cuya altura superara la normal en cada parcela y en una banda de 10 m a su alrededor.

**Análisis realizados**

Además de analizar gráficamente la relación entre las diversas variables consideradas, se ha trabajado con análisis de covarianza que incluye las siguientes variables (todas referidas a lo medido en las parcelas de 10x10 m<sup>2</sup>, salvo que se indique lo contrario):

- Variable dependiente: pies/ha de pino salgareño con altura inferior a 1,30 m (no se consideran tamaños mayores por no aparecer o ser muy escasos).
- Factores independientes (se considera también su interacción):
- Peso de resalveo aplicado en 1995, con los siguientes niveles: control, débil (extracción inferior al 50% de G, área basimétrica inicial); fuerte (extracción superior al 50% de G inicial). Se emplea el peso del 50% de G como límite por haber comprobado en trabajos anteriores, en parte con estas mismas parcelas, que al superarlo aumenta significativamente la cantidad posterior de rebrote de suelo (Bravo Fernández, 2003).
- presencia de pino salgareño “adulto” estimada en 2010, con los siguientes niveles: 1 (en el interior de la parcela de 10x10 m o en una banda de 10 m alrededor de la misma hay al menos un pie de  $d > 40$  cm); 2 (en el mismo sitio hay al menos un pie con  $20 < d < 40$  cm, y no mayores); 3 (en el mismo sitio hay al

menos un pie con  $10 < d < 20$  cm, y no mayores); 4 (en el mismo sitio no hay ningún pie con  $d > 10$  cm).

– Covariables:

- Área basimétrica conjunta ( $m^2/ha$ ) de encina y pino salgareño estimada en 2010, para  $d > 0$  cm.
- Rebrote de suelo de encina provocado por el resalveo de 1995 (pies/ha) con altura inferior a 1,30 m, estimado en 2010.

También se realizan análisis de varianza de un factor para comprobar el comportamiento de diversas variables en función del peso del resalveo de 1995.

### 3. Resultados y discusión

La distribución diamétrica media de pino salgareño en la zona de estudio en 2010 se refleja en la *Tabla 1*. Se trata de una masa irregular, en la que hay representación de todas las clases diamétricas hasta los 50 cm. Dado el relativamente lento crecimiento de la especie, sin duda gran parte de los pies ya estaban presentes hace 45 años, en la última matarrasa.

**Tabla 1.** Distribución diamétrica media de pino salgareño en la zona de estudio, en 2010

CD	7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	47,5	Total
Pies/ha	8,3	5,4	2,9	5,0	4,6	10,0	6,3	3,8	1,7	51,7

CD: clase diamétrica expresada con su marca de clase (cm).

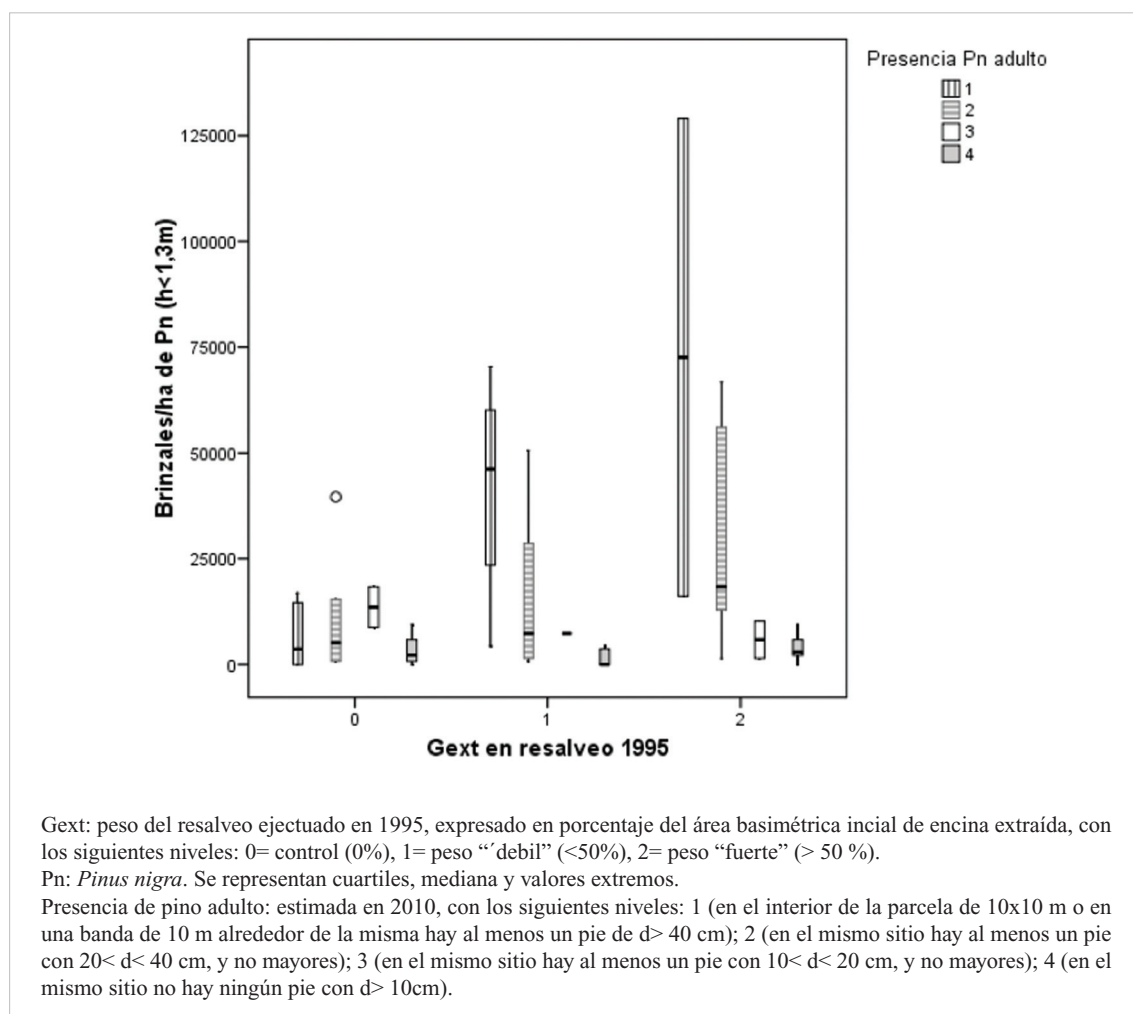
En la *Tabla 2* se muestran los valores medios de diversas variables estimadas en el trabajo, para cada uno de los tres tratamientos considerados: control, peso de resalveo débil y peso fuerte. En la misma tabla se indican las diferencias significativas o no, para algunas de dichas variables, entre los niveles del tratamiento. La densidad

**Tabla 2.** Valores medios de diversas variables estimadas para cada uno de los tres tratamientos considerados, y resultado de análisis de varianza en función de dicho tratamiento (la misma letra en distintos niveles del factor “Tratamiento” indica que no hay diferencias significativas entre dichos niveles para la variable considerada; distinta letra indica que sí se han encontrado diferencias significativas entre dichos niveles).

Tratamiento	Gext 1995	G1995	G2009	Brotes Qi	Pn1	Pn2	Pn3	Pn4	Total Brinzales Pn
	%	( $m^2/ha$ )	( $m^2/ha$ )	$h < 1,3$ m (pies/ha)	(pies/ha)	(pies/ha)	(pies/ha)	(pies/ha)	$h < 1,3$ m (pies/ha)
Testigo	0,0	15,2	18,5a	86.625,0 a	7.001,5 a	696,5 a	73,3	0,0	7.698,0 a
Resalveo G<50%	38,0	11,5	16,9 a	284.500,0 b	15.725,8 b	586,5 a	0,0	0,0	16.312,3 b
Resalveo G>50%	57,9	6,8	11,2 b	253.593,8 b	24.101,9 b	1.008,1 a	45,8	0,0	25.110,0 b

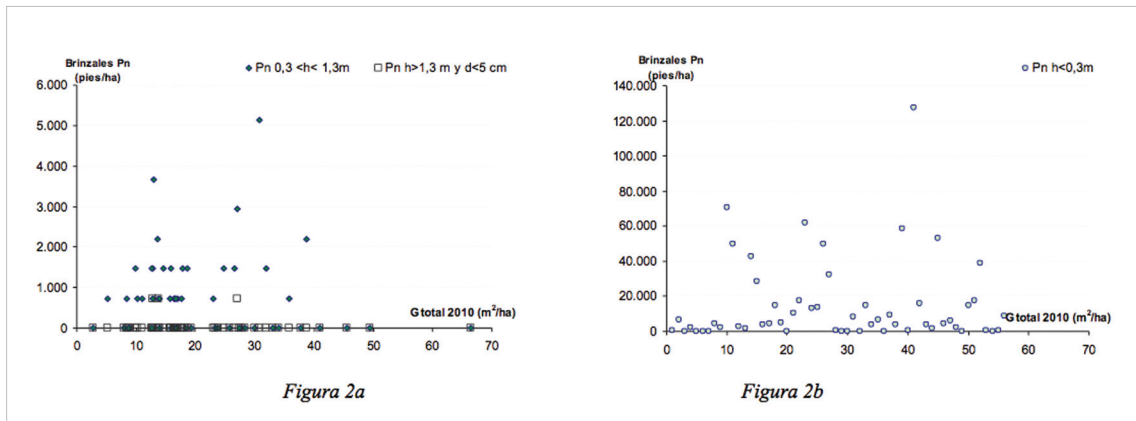
G: área basimétrica ( $m^2/ha$ ) de encina. Brotes Qi: densidad de brotes de suelo de encina en 2010.

Regeneración de *Pinus nigra* (en 2010): Pn1:  $h < 0,3$  m; Pn2:  $0,3 < h < 1,3$  m; Pn3:  $h > 1,3$  m y  $d < 5$  cm; Pn4:  $h > 1,3$  m y  $d > 5$  cm.



**Figura 1.** Diagrama de cajas para la regeneración de pino salgareño frente al peso del resalveo aplicado en cada parcela, distinguiendo la presencia de pino adulto.

media de pino salgareño de altura inferior a 1,30 m (en este caso se puede hacer equivalente que los pinos sean tan pequeños con que sean muy jóvenes) varía entre unos 7.700 pies/ha en las parcelas control, y unos 25.000 pies/ha para pesos de clara fuertes. El aumento de la regeneración parece muy evidente con el peso de la clara, si bien también en ausencia de resalveos en estos últimos años ha aparecido regeneración muy abundante. Se recuerda que no se encontró nada de regeneración de pino en el inventario de 1994 (lo que asegura que la edad del regenerado actual es inferior a 15 años), cuando había ya presencia de pinos que, aunque en menor densidad que ahora, tenían sin duda edad más que suficiente para producir suficiente semilla asumiendo un inicio de la fructificación en torno a los 20-25 años y cosechas abundantes y viables aproximadamente a partir de los 25-30 años (Bravo-Oviedo y Montero, 2008). Aunque seguramente la fuente de semilla ha aumentado en los últimos años por la incorporación de nuevos pinos, la falta de regeneración en 1994, y su posterior aparición, puede deberse a la presencia hasta dicha fecha de un rebaño de ovejas que careaba ha-



**Figura 2.** Regeneración de pino salgareño (2a: entre 0,3 m de altura y 5 cm de diámetro normal; 2b: altura inferior a 0,3 m) frente al área basimétrica conjunta de encina y pino salgareño (diámetro normal > 0 cm en ambos casos).

bitualmente por la zona, y que dejó de hacerlo poco después. Para la correcta valoración de la cantidad de regeneración incorporada en estos últimos 15 años no hay que olvidar que se trata de una especie con marcada vecería, cuyo periodo se sitúa en torno a los 6 años (Alejano *et al.*, 2008).

El diseño del ANCOVA ha respondido a nuestra hipótesis previa de las variables que creíamos que podían condicionar más la regeneración del pino. El modelo ha resultado fuertemente significativo (significación: 0,004), así como el peso del resalveo (significación: 0,029), la presencia de pino salgareño adulto (significación: 0,006) y la interacción de ambos factores (significación: 0,049). Coeficiente de determinación corregido de 0,314. Creemos que el bajo porcentaje de variabilidad explicada se justifica en el hecho de que la aparición o no de regeneración, y su cantidad, depende de la combinación de múltiples factores que se irán analizando brevemente a continuación (apertura de copas del estrato de encina, pero también sombra de pinos adultos y seguramente acumulación de piñas...), y que no controlamos suficientemente en este trabajo al no tratarse de un diseño específico a tal efecto, tener escasa representación de algunas de las combinaciones...

En relación con nuestro objetivo el resultado más relevante es que la ejecución de resalveos ha aumentado significativamente la regeneración de pino (ver también la *Figura 1*). Al repetir el análisis de comparación de medias, esta vez sin las covariantes (que no eran significativas) aparecen diferencias significativas entre el tratamiento control y el resalveo de peso fuerte. En cuanto a la presencia de pino adulto en las parcelas o en su entorno inmediato, las diferencias significativas se marcan entre los niveles extremos: presencia de pinos con diámetro normal,  $d$ , superior a 40 cm, y ausencia de pinos de cualquier tamaño (a partir de  $d=10$  cm).

En nuestra hipótesis previa supusimos relación negativa entre la regeneración del pino y la presencia de rebrote de suelo de encina; en este sentido, se citan problemas para la instalación de los brinzales de pino salgareño con presencia de *Brachipodium* sp. en Cazorla (Alejano *et al.*, 1997), o de *Arctostaphylos uva-ursi* en Cuenca y Gua-



dalajara (Alejano *et al.*, 2008). Sin embargo, dicha relación ha resultado ser no significativa, quizás debido a que a su vez el rebrote producido está relacionado con el peso de la clara, que sí se incluye en el modelo.

Tampoco ha resultado significativa el área basimétrica conjunta de pino y encina. En la *Figura 2* se puede observar que, como era de esperar dado el temperamento de la especie, no hay regeneración en rastos o con valores de espesura muy bajos. Sin embargo, sí hay regeneración muy abundante para valores de área basimétrica conjunta de entre 30 y 40 m<sup>2</sup>/ha, lo que parece excesivo frente a los valores propuestos en bibliografía para esta especie (Serrada *et al.*, 1994). La explicación puede estar precisamente en que se está analizando el área basimétrica conjunta de dos especies con comportamiento ecológico muy distinto, de modo que el regenerado de pino parece que sí puede aparecer con valores más altos de área basimétrica si éstos vienen de la combinación del pinar y del tallar (*Figura 2b*). Lógicamente gran parte de estos brinzales morirán con el tiempo; ¿serán algunos capaces de sobrevivir bajo elevada espesura, y cuánto lo harán?. En la *Figura 2a* se aprecia que, para valores elevados de área basimétrica, ha sobrevivido regeneración de pino instalada en los últimos 15 años y que actualmente tiene alturas de 0,3 a 1,3 m y, en menor cantidad, diámetros normales de hasta 5 cm.

## 4. Conclusiones

En los 15 años transcurridos desde la aplicación de resalveos de conversión, periodo relativamente corto dada la vecería de *Pinus nigra*, se ha producido una abundante regeneración de pino salgareño en un tallar envejecido de encina a partir de pinos adultos dispersos. La cantidad de regenerado depende del peso del resalveo (siendo significativamente superior cuando éste supera el 50% del área basimétrica inicial), y de la cercanía de pinos de grandes dimensiones (con diámetro normal superior a 40 cm).

## 5. Bibliografía

- Alejano, R., Álvarez Linarejos, L., Madrigal, A. y Martínez Montes, E., 1997. Regeneración de *Pinus nigra* ssp. *Salzmannii* en las Sierras Béticas. *II Congreso Forestal Español*. Irati 97, Pamplona. Mesa 4, pp 15-20.
- Alejano, R., González, J.M. y Serrada, R., 2008. Selvicultura de *Pinus nigra* Arn. subsp. *salzmannii* (Dunal) Franco, in Serrada, R., Montero, G. y Reque, J. (editores): *Compendio de Selvicultura Aplicada en España*. 2008. INIA y FUCOVASA. Madrid. pp 313-356.
- Allué Andrade J.L., 1990. *Atlas fitoclimático de España*. INIA. MAPA. Madrid.
- Bravo Fernández, J.A., 2003. *Resalveos de conversión en montes bajos de la región central de la Península Ibérica*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. E.T.S.I. Montes. Madrid.
- Bravo Fernández, J.A., Roig Gómez, S. y Serrada Hierro, R., 2008. Selvicultura en montes

- bajos y medios de encina (*Quercus ilex* L.), rebollo (*Q. pyrenaica* Willd.) y quejigo (*Q. faginea* Lam.): tratamientos tradicionales, situación actual y principales alternativas, in Serrada, R., Montero, G. y Reque, J. (editores): *Compendio de Selvicultura Aplicada en España*. 2008. INIA y FUCOVASA. Madrid. pp 657-745.
- Bravo-Oviedo, A. y Montero, G., 2008. Descripción de los caracteres culturales de las principales especies forestales de España, in Serrada, R., Montero, G. y Reque, J. (editores): *Compendio de Selvicultura Aplicada en España*. 2008. INIA y FUCOVASA. Madrid. pp 1039-1114.
- González Molina, J.M., 1996. Tipificación de las masas mixtas de pino y rebollo en el centro de España y desarrollo de conceptos para su tratamiento selvícola. *Actas de la reunión Grupo de Trabajo Selvicultura Mediterránea*. S.E.C.F. Córdoba. N° 3: 147-165.
- Reque, J.A., 2008. Selvicultura en espacios naturales protegidos, in Serrada, R., Montero, G. y Reque, J. (editores): *Compendio de Selvicultura Aplicada en España*. 2008. INIA y FUCOVASA. Madrid, pp 1005-1035.
- Serrada, R., 2011. *Apuntes de Selvicultura*. Fundación Conde del Valle de Salazar. E.T.S.I. Montes. UPM.
- Serrada, R., Domínguez Lerena, S., Sánchez Resco, M.I. y Ruiz Ortiz, J., 1994. El problema de la regeneración natural de *Pinus nigra* Arn. *Rev. Montes*, 36 (2), 52-57.
- Serrada, R., Bravo, J.A., Sánchez, I., Allué, M., Elena, R., San Miguel, A., 1996. Conversion into high forest in coppices of *Quercus ilex* subsp. *ballota* L. in Central region of Iberian Peninsula. *Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura*, 27, 149-160.
- Solís, A. 2003. Planteamientos sobre la regeneración en pinares de repoblación que alcanzan la edad de turno. *Cuadernos de la S.E.C.F.*, n.º 15 (49-58).